

地下鉄工事における構築工程計画のためのシステムシミュレーション

京都大学 工学部 正員 吉川和広

京都大学 工学部 正員 春名 攻

清水建設株式会社 正員〇穢谷幸生

1. 本研究のねらい 近年の工不施設の建設工事においては構造物の大型化・複雑化に加えて、技能熟練技術者の不足や建設資機材の高騰さらには公害問題のための規制なども加わり、工事施工条件は非常に厳しくなっている。このような厳しい条件下のもとで工事の合理的かつ円滑な施工を行なっていくためには、工木技術的側面からだけなく広範多岐にわたる事柄について種々の検討を加えていくことが必要である。ここでは、検討すべき多くの課題の中でも特に施工計画管理の問題に着目して分析を加えることとした。

一般に、大規模な土木工事の工程計画の作成手順はその作業内容から考えて、①計画情報の作成の段階、②概略的な工程計画の作成の段階、③詳細工程計画の作成の段階、④施工管理の段階、の4段階に分けられる。そして工程計画は順次これらの各段階を経て作成されていくが、特に②の概略的な工程計画の作成の段階は、工事内容のおよその構成や各作業工程の内容の概略を決定していくという重要な段階である。

本研究では以上のような事柄を重視して、③の詳細工程計画のレベルでの内容を想定しつつ、②の概略的な工程計画を合理的に作成するための計画管理情報を効果的に求めるためのアプローチの方法を開発することを目的として、地下鉄工事の構築作業の工程計画問題を対象に分析を進めた。そしてこの工程計画の作成のための必要なより精度の高い計画管理情報を得ることができるようGPSSのシミュレーションモデルを作成した。そしてこのモデルを駆使して、投入資源の種類別規模をパラメータとして分析を行ない、得られた結果に対しての経済的・時間的さりには実行可能性という観点からの分析を加えた。

2. 構築作業工程における計画課題 従来の計画作成方法では、地下鉄工事における構築作業工程は、地下鉄工事の中のいくつもある工種の中でも最も重要な工程であると考えられており、この作業工程を優先的に計画してきたのである。しかし、このような方法では他の作業工程の中でも特に掘削仮設作業工程に対する時間的経済的影響の大小を検討することが困難なため、種々の問題を生じてきていた。したがって、掘削仮設作業工程との相互関係を十分に考慮して構築作業工程を定量的に把握し検討を加えることが可能となるような工程計画の作成方法の開発は早急に検討されるべき課題の一つであるといえる。

3. GPSSによる構築作業工程のモデル化 一般に地下鉄工事のように線的で長い構造物は、コンクリート打設作業の効率から、1回の打設規模を基準として全体工区をいくつかのブロックに分割して工事が行なわれる。本研究では長さ300mの線路部の構築工事を対象として、1回のコンクリート打設長を15mとしたので全体を20個のブロックに分割することとした。なお、ここでは問題を簡単化するために線路部のみの工事を対象として、これは、線路部と駅部の両方から成る工区に対しても以下に述べるアプローチが適用可能であると考えられるためである。さて、上述のブロックはこれら同規模でかつ、同じ作業手順で施工され、また単位ブロックの構築は大きく分けて、敷付け→底床部→樽部→中床壁・

スラブの順に行なわれる。以上のことを考慮しつつ、次にシミュレーションを実施していくまでの考え方を順を追って述べていくこととする。まず掘削作業が終了して構築作業に着手する場合を考えてみる。図-1において第 α ブロックの掘削作業が時刻 m に終了する。しかしこの第 α ブロックの両隣接ブロック β と γ では掘削作業が終了しておらず、一般にこのような場合は作業の安全性や効率性から考えて、第 α ブロックの構築作業の開始はその両隣接ブロック β と γ の掘削作業が終了した時刻をもって可能とする。なお掘削作業の終了時刻は掘削仮設作業のシミュレーション（昭和52年度の関西支部講演会で発表済み）の結果を用いれば既知である。次にシミュレーションにおける各時刻での実施作業の選択方法について述べることとする。ただし、構築作業工程の次の埋戻し工程の開始時刻は概略レベルの計画作成の段階で計画案が与えられているものとする。今、図-2において、ある時刻まで作業の着手可能なブロックを m, n, α とする。ただし、 m, n, α で開始可能な状態にある作業はいずれも同種の資源を使用する作業であるとする。このような状態を想定した時、実施作業として選択するかどうかを検討していく作業のあとに続くすべての後続作業を連続して施工したりと考えた場合の作業終了時刻 t_m, t_n, t_α をすべての対象作業ごとに計算する。そして、埋戻し作業が開始される予定時刻 T^*, T' 、 T^* から t_m, t_n, t_α を引いた値を t_m, t_n, t_α として求めておく。さらに、 t_m, t_n, t_α の最小値を与えるブロックの作業を選択しこれを優先して実施するようにして。以上がシミュレーションを実施していく上での基本的な考え方であるが、施工上の制約として底床部の施工は、施工 β とするブロックの両隣接ブロックの敷付け作業が完了していなければ行なうことができないということも考慮して、できるだけ現実的なシステムとなるように配慮した。なおGPSSのプログラムとしては、コンクリート打設・鉄筋組・型枠組・支保工組・切梁バラシの各作業と、各作業のコントロールを行なうためおよびタイムコントロールの役割を果たす計7種のトランザクションを発生させる形態とした。（ここで発表するには膨大な量となるので、プログラムの内容は割愛する。）

4. シミュレーションの実施と結果の分析 本研究では大阪南部の地下鉄工事現場を対象として実証的分析を行なったが、その実施内容および分析結果については講演時にゆることとし、ここでは省略する。

図-1

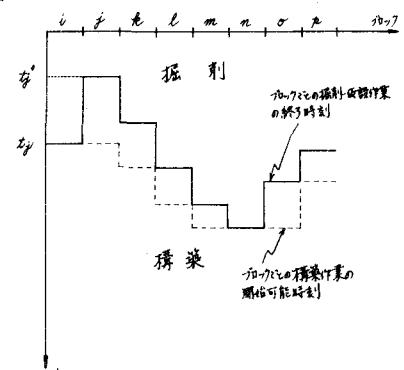


図-2

